引用格式：张先恩，汪卫华，阎锡蕴，等. 加强基础研究 夯实科技自立自强根基. 中国科学院院刊, 2023, 38(5): 755-758

Zhang X E, Wang W H, Yan X Y, et al. Strengthen basic research and consolidate foundation for self-reliance and self-improvement in science and technology. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(5): 755-758

加强基础研究 夯实科技自立自强根基*

张先恩[1,2] 汪卫华[3,4] 阎锡蕴[2] 潘教峰[5]

1 深圳理工大学（筹） 合成生物学院 深圳 518055

2 中国科学院生物物理研究所 北京 100101

3 松山湖材料实验室 东莞 523808

4 中国科学院物理研究所 北京 100190

5 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

摘要 加强基础研究，是实现高水平科技自立自强的迫切要求，是建设世界科技强国的必由之路。文章从基础研究与高水平科技自立自强出发，梳理了一线科学家和管理者对战略性基础研究和有组织的基础研究在面向重大基础社会发展问题和突破关键核心技术重要性的思考，提出：基础研究需要一个包容的生态，没有基础研究就没有思想源泉去发明创造，同时基础研究一些好的研究源头应该来源于应用甚至生产生活实际。战略性基础研究是在基础研究的框架下，注重经济社会发展问题中总结出的重大科学问题，并对现实问题解决有直接的作用。有组织的基础研究是在有相应资源保障支持下围绕相对明确的目标有组织地开展，使国家能够在尖端科技领域保持发展与领先。构建以基础研究为根基的创新驱动需要多元主体共同发挥作用，引导企业加强基础研究投入、推动企业与高校、科研院所联合开展基础研究、加强政府政策制定推行等方面，从而建成一个以基础研究为根基的高效创新体系。

关键词 基础研究，战略性基础研究，有组织，创新驱动

高水平科技自立自强既是一个目标，也是一个战略，同时还是一个体系。从整个高水平科技自立自强体系来看，基础研究无疑是整个体系的根基，这充分说明基础研究的极端重要性。

中共中央政治局2023年2月21日下午就加强基础研究进行第三次集体学习，中共中央总书记习近平在主持学习时强调，加强基础研究，是实现高水平科技自立自强的迫切要求，是建设世界科技强国的必由之路。这些年，基础研究在国家投入当中所占的份额稳定提升。2022年，基础研究占研发投入的比例已经上升到6.32%，达到近2 000亿元，相信今后比例会更高。因此，既要强调加强打牢基础研究这个根基，同时也要关注如何发挥好其源头活水作用。

1 基础研究与战略性基础研究

基础研究发展有2个驱动力：知识体系内在的矛盾与规律驱动，更多体现科学家的好奇心与自由探索；外部强烈的需求驱动，更多受到目标导向与应用牵引。

基础研究需要一个包容的科技创新生态。当一个偶然的发现可以得到不同领域科学家的包容，能够有战略科学家布局的交叉学科支持，同时有小课题性质的基金支持，才能研究下去，甚至发展起来。例如，纳米酶是中国科学家提出的新概念，是中国科学家引领和原创的前沿科学发现，这个领域在国内外引起了广泛的影响；之所以能孕育出这一原创科学成果，其实跟这几年国家科技创新生态有关。2000年的时候特别提倡交叉融合，把物理学、生命科学、化学都放到一起讨论，正是由于良好的科技创新生态，纳米材料遇上了酶，发现了纳米材料具有如酶一样的催化功能。因此，除了基础研究本身，任何创新所处环境的生态也十分重要。

基础研究是发明创造的源泉，生产应用也给基础研究提出实际问题。一方面，基础研究告诉一种可能性，如果没有基础研究的成果，就没有思想源泉去发明创造。例如，麦克斯韦通过基础研究提出电磁场理论，德国科学家赫兹基于该理论在若干年后才实验发现了电磁波，并把电磁波用到了通信等方面，直接改变了整个社会。如果没有麦克斯韦的理论之先，其他人就不会发现电磁波。另一方面，基础研究与生产应用是密切联系的，应用基础研究题目常常来源于生产应用甚至生活实际。例如，松山湖材料实验室之所以能够在短短5年的时间里快速建成，并且已产出很多功效和效益，得益于松山湖材料实验室的建设者。其中包括：中国科学院物理研究所长期的自有基础研究探索积累，能够使其较快地通过一些机制利用东莞比较好的产业环境；同时当地政府的大力支持，使其可以快速转化。因此，基础研究与生产应用组成的是一个闭环。

基础研究在中国近40多年改革开放以来，经历了有限支持、稳定支持、到现在的强化支持共3个阶段。其过程中与国际互动，发展出战略性基础研究概念。

战略性基础研究主要是指目标明确、意义重大、周期较长的基础研究，且组织模式和资源配置模式都不同于分散的自由探索研究；属于目标导向与应用牵引需求驱动；是有组织的基础研究中的一类，属于强组织型。例如，原国家“973”计划是很典型的战略性基础研究，不仅针对经济社会发展的重大问题，还催生了纳米科技、量子科学、蛋白质科学、干细胞等诸多重大的领域。① 科学目标驱动。大型强子对撞机花费几百亿美元，目标就是要找到希格斯（Higgs）粒子；人类基因组测序计划完成后改变了生命科学研究模式，生命科学从还原论走到了系统论或两者的结合，使我们对生命规律和疾病发生发展机制等的认知上了非常大的台阶。与此同时，也产生了一系列的技术延伸，如合成生物学的兴起和发展，这些对生物技术与产业的发展、人类健康的贡献，产生重大影响。

② *应用目的驱动。*核聚变是一个可能的终极能源，国际热核聚变实验堆（ITER）的建造就是从科学和实验上验证这个目标；从普通计算机到超级计算机，再到量子计算机，其研究目标都很明确；合成生物学的一个终极目标是合成细胞。细胞是由众多的生物大分子组成的，如蛋白质、核酸等，单个蛋白质的结构和功能是研究后知道的，但多个蛋白质在一起组成复合体结构就有了新的功能；众多的复合体构成亚细胞结构、细胞（具有新陈代谢生命特征）、组织器官、乃至高级生命个体，每一个生物层级的出现都展现了新的生物学功能，其底层原理迄今不清楚。逐级合成生物结构是生命科学研究的新范式，其溢出效应将非常多。

2 有组织的基础研究对于突破关键核心技术的重要意义

基础研究可以多种范式、形式并存，对不同的学科和领域应该采取合适的方式。当前基础研究出现一个新的趋势，即有组织的程度越来越高，实际上就是从选题、研究过程、资源配置、政策保障等方面来体现组织化程度，并在不同环节有不同组织，以提高研发效率。重大科学问题是一个复杂且巨大的系统问题，单打独斗很难完成。因此，提出基础研究有组织是必要的；同时，在有组织、有规模、建制化地完成一些重大的科学问题研究的过程中，还会自然地迸发出很多其他意外的颠覆性发现。

*有组织的基础研究主要定位在科学和应用目标明确的、有主要问题解决方向的研究内容。*例如，气候变化问题，各国都把它作为一个重要任务来讨论。全球性监测温室气体并研究气候变化规律，需要跨机构甚至跨国家合作，所以一定要有组织保障。这类研究属于典型的战略性基础研究。

*有组织的基础研究可以有一定的机构性。*例如，有些领域的发展恰好非常适合某一个从事这方面研究的机构，那么可以凝练出几个重要的方向，整个研究机构人员围绕这些方向来组织实施。松山湖材料实验室就是这类型典型的新型研发机构，非常适合实行有组织的基础研究。

*有组织的基础研究必须保证资源配置。*有组织的基础研究主要定位在科学和应用目标明确的研究方向，相应的资源配置至关重要。如果相关资源配置跟不上，还要“内卷”申请经费课题，就不能体现有组织的优势。例如，1945 年，美国科学家布什发表了报告《科学——无尽的前沿》就提出基础研究的模式和范式变革，促进了美国建立基金会，由政府支持资助重大科学问题相关的基础研究，并设立预算制的科研机构以保证资源配置，使美国在尖端科技领域长期保持领先地位。

3 构建以基础研究为根基的创新驱动

全要素、全链条的创新体系是以基础研究为根基的。创新体系的描述有不同的维度，总体来讲可以分为“硬”和“软”2 个方面。“硬”包括建设部分等，现在总体解决较好；“软”包括资源配置模式，以及管理和评价方式等。目前，国家高度重视并采取了很多办法针对性地解决发展中新出现的问题和遗留的问题。

目前，我国基础研究经费几乎都是政府提供的支持，这和发达国家的情况不太一样。我们通过归一化分析建立了全球主要经济体企业创新版图：在企业的创新活力、社会的创新能力、专利的申请 500 强这 3 个方面，中国除了与美国有一定的差距之外，与经济合作与发展组织（OECD）的平均水平在一个层面上。但对比基础研究的投入，中国企业的差距就非常大了。如今，我国企业中已有相当一批走到行业前面；今后，产业要继续做大、做强，则必须拥有全球化视野，基础研究一定要跟上。从研究数据看，国外企业投入在基础研究的力度和发表科学论文方面都有

不错的表现，这说明基础研究和原始创新对于行业发展的重要性。其实企业作为生产应用的一线，既是问题的提出者，也是基础研究成果的最后转化者。企业投入基础研究，对于提升行业（全球）竞争力、解决全社会基础研究经费的不足、促进产学研和问题导向研究，都意义重大。中国科技要真正自立自强，这是不可忽视的环节。

松山湖材料实验室就是一个很好的创新模式。基础研究应该鼓励更多人参与进来，包括科研院所、高校、企业等多方参与。在基础研究上，松山湖材料实验室是一个平台，政府有投入很好的硬件，也有一批非常优秀的科技人才，同时还有工程师队伍。在秉承开放的前提下，与企业合作，获取企业之中的很多创新和活力；与来自不同领域的人，如科学家、工程师、企业家，都在这里进行思维的碰撞，也是一种非常好的立足于基础研究的创新模式。

创新体系的构建需要政府从政策制定方面、企业从应用牵引和加强投入方面、市场从目标导向方面等的多元主体共同发挥作用，从而建成一个以基础研究为根基的高效创新体系。

张先恩 中国科学院深圳理工大学（筹）合成生物学院院长，中国科学院生物物理研究所研究员。《中国科学院院刊》编委。主要从事合成生物学、生物传感、纳米生物学和分析微生物学交叉研究。E-mail: zhangxe@ibp.ac.cn

汪卫华 中国科学院院士。松山湖材料实验室主任，中国科学院物理研究所研究员，中国科学院极端条件物理重点实验室主任。《中国科学院院刊》编委。主要从事非晶合金材料、非晶态物理研究。E-mail: whw@iphy.ca.cn

阎锡蕴 中国科学院院士。中国科学院生物物理研究所研究员。《中国科学院院刊》编委。主要从事肿瘤免疫学及纳米酶研究。E-mail: yanxy@ibp.ac.cn

潘教峰 中国科学院科技战略咨询研究院院长、研究员，中国科学院大学公共政策与管理学院院长，中国发展战略学研究会理事长。《中国科学院院刊》编委。主要从事科技战略规划、创新政策和智库理论方法研究。E-mail: jfpan@casisd.cn